

# บทที่ 1

## ระบบภูมิอากาศ

การศึกษาเพื่อเข้าใจบรรยากาศและลักษณะภูมิอากาศของโลกเรานั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะเราอาศัยอยู่ในชั้นบรรยากาศและอยู่ในอิทธิพลของลักษณะลมฟ้าอากาศทุกอิริยาบถ มนุษย์หายใจเอาอากาศเข้าไปในร่างกายเพื่อดำรงชีวิตอยู่ ร่างกายมนุษย์อาจมีชีวิตอยู่ได้แม้ว่าอาจขาดอาหารนาน 2-3 สัปดาห์ หรือขาดน้ำได้นาน 2-3 วันแต่ถ้าขาดอากาศเพียง 2-3 นาที มนุษย์คงไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้ สิ่งมีชีวิตในโลกล้วนดำรงชีวิตโดยอาศัยบรรยากาศ ห่อหุ้มและอยู่ในสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับบรรยากาศ นอกจากนั้นบรรยากาศทำหน้าที่เป็นเกราะป้องกันไม่ให้เทห์วัตถุฟากฟ้าตกลงมาถึงผิวโลก โดยเทห์วัตถุเหล่านั้นเมื่อผ่านเข้ามายังบรรยากาศจะเกิดการเสียดสีจนลุกไหม้หมดก่อนถึงพื้นโลก

สื่อโทรทัศน์ วิทยุ หนังสือพิมพ์ และอินเตอร์เน็ตต่างให้ความสำคัญในการรายงานลักษณะลมฟ้าอากาศในภูมิภาคต่าง ๆ ทุกวันทั้งรายงานในระดับท้องถิ่น ระดับประเทศและระดับภูมิภาค โดยนำเสนอในรูปแบบข้อมูลแผนที่อากาศ (weather chart) คำอธิบายลักษณะอากาศ คำพยากรณ์อากาศ ภาพถ่ายดาวเทียมและเรดาร์ตรวจอากาศ เป็นต้น อย่างไรก็ตามการนำเสนอดังกล่าวเป็นเพียงรายงานสิ่งที่เกิดขึ้นและคาดว่าจะเกิดในไม่ช้าเท่านั้น การศึกษาเกี่ยวกับบรรยากาศทั้งระบบอย่างต่อเนื่องนั้นยังให้ความสนใจน้อยและส่วนใหญ่มักจะมีความเข้าใจระบบบรรยากาศน้อยมาก

บรรยากาศมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตมากมาย และลมฟ้าอากาศมีลักษณะที่ไม่คงที่หรือเปลี่ยนแปลงบ่อยเป็นค่อยไปตามเงื่อนไขสภาพอากาศที่เปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ แต่ปัจจุบันพบว่าบรรยากาศของโลกเกิดภาวะความแปรปรวนโดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงด้านลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ โดยสาเหตุอาจเนื่องมาจากความผันแปรตามธรรมชาติหรือเกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ แต่ผลการศึกษาข้อมูลภูมิอากาศใน 2 รอบทศวรรษที่ผ่านมา พบว่า เกิดการเปลี่ยนแปลงลักษณะภูมิอากาศในหลายพื้นที่ โดยการเปลี่ยนแปลงนั้นเกิดขึ้นไม่แน่นอน

และสามารถเปลี่ยนแปลงได้ในระยะเวลาที่รวดเร็ว ซึ่งผลกระทบต่อชีวิตของมนุษย์ในแง่ลบ ได้แก่ เกิดภาวะอุทกภัย ภัยแล้งหรืออากาศร้อนจัด หนาวจัดอย่างรุนแรงและฉับพลัน พื้นที่ที่เคยมีฝนน้อยกลับมีฝนตกมากขึ้น พื้นที่ที่มีฝนตกสม่ำเสมอกลับมีภาวะฝนแล้งหรือตกมากกว่าปกติ เป็นต้น การศึกษาเพื่อเข้าใจบรรยากาศอย่างต่อเนื่องเกี่ยวกับระบบภูมิอากาศทั้งศึกษาเพื่อการเรียนรู้และการนำไปใช้เพื่อปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมหรือปรับสภาพแวดล้อมให้เอื้อประโยชน์กับมนุษย์ในพื้นที่ต่าง ๆ ของโลกจึงมีความจำเป็น

## 1. ความหมายของลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศ

มักมีผู้เข้าใจสับสนระหว่างคำว่า “ภูมิอากาศ (climate)” กับ “ลมฟ้าอากาศ (weather)” ว่าเป็นคำที่มีความหมายเดียวกัน และบางครั้งอาจใช้แทนความหมายเป็นคำเดียวกัน ซึ่งความเข้าใจนั้นมีส่วนเกี่ยวข้องกันบ้าง แต่คำ 2 คำนี้ในการศึกษาทางอุตุนิยมวิทยาและภูมิอากาศแล้วมีความหมายที่แตกต่างกัน ดังนี้

**1.1 ลมฟ้าอากาศ** หมายถึง สภาพของอากาศตามช่วงเวลาและสถานที่ ที่เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาสั้นๆ เช่น สภาพอากาศในระยะ 3 ชั่วโมง 1 วัน 2 สัปดาห์หรือเกิดขึ้นในระยะเวลาไม่เกิน 1 เดือน ซึ่งมีองค์ประกอบของสารประกอบอุตุนิยมวิทยา (Meteorological elements) ในอากาศที่ต้องตรวจวัด ได้แก่

- 1) ปริมาณแสงอาทิตย์ (Radiation) ตรวจวัดระยะเวลาที่มีแสงอาทิตย์และความเข้มข้นของแสงอาทิตย์ต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่
- 2) อุณหภูมิ (Air Temperature) ตรวจวัดระดับความร้อนหรือหนาวเย็นของอากาศ
- 3) ความกดอากาศ (Air Pressure) ตรวจวัดแรงกดของอากาศในหน่วยพื้นที่
- 4) เมฆ (Clouds) ตรวจวัดกลุ่มของมวลไอน้ำขนาดเล็ก และ/หรือ ผลึกของไอน้ำที่อยู่เหนือพื้นผิวโลก
- 5) ปริมาณหยาดน้ำฟ้า (Precipitation) ตรวจวัดทั้งของเหลวหรือของแข็ง (Liquid or Solid) ที่ตกลงมาจากท้องฟ้าสู่ลงพื้นดิน ทั้งนี้อาจเป็นปริมาณน้ำฝนหรือหิมะ

- 6) ความชื้น (Humidity) ตรวจวัดผลรวมของปริมาณไอน้ำในอากาศ
- 7) ลม (Wind) ตรวจวัดการเคลื่อนที่ของอากาศในแนวราบ ได้แก่ ความเร็วและทิศทางลม
- 8) ทิศนะวิสัยหรือระยะการมองเห็น (Visibility) ตรวจวัดระยะทางไกลที่สุดที่บุคคลสามารถมองเห็นได้ชัดเจน

ลมฟ้าอากาศบางครั้งอาจมีผู้ใช้คำว่า “กาลอากาศ (Weather phenomena)” แทน ซึ่งหมายถึง ลักษณะและสภาพของอากาศในที่แห่งใดแห่งหนึ่ง ในระยะเวลาสั้น ๆ เช่น 1 วัน 1 สัปดาห์หรือ 1 เดือน แต่กาลอากาศนั้นตรวจวัดเพียงสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เด่น ๆ เท่านั้น เพียง 5 อย่าง คือ อุณหภูมิ ความชื้น ความกดอากาศ ลม และหยาดน้ำฟ้า ซึ่งความหมายยังแคบกว่าลมฟ้าอากาศ และเน้นเพื่อรายงานลักษณะลมฟ้าอากาศให้กับบุคคลทั่วไปหรือรายงานข่าวสารผ่านสื่อมวลชน ดังนั้นในทางภูมิอากาศวิทยา คำว่า กาลอากาศเป็นการศึกษาส่วนย่อยของสภาพลมฟ้าอากาศหรือเป็นเพียงลักษณะอากาศแบบย่อเท่านั้น

**1.2 ภูมิอากาศ** หมายถึง การศึกษาองค์ประกอบของสารประกอบอุตุนิยมวิทยาที่เกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาอันยาวนาน ภูมิอากาศจะเน้นศึกษาส่วนประกอบของสภาพบรรยากาศในช่วงระยะเวลาอันยาวนาน หรือภูมิอากาศเป็นการศึกษาสภาพลมฟ้าอากาศของพื้นที่ใด ๆ เป็นระยะเวลานาน ทั้งนี้หน่วยระยะเวลาของการศึกษาภูมิอากาศนั้นอาจใช้ระยะเวลา 30 ปีหรือหลายพันปี

จากความหมายที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศแตกต่างกันที่ช่วงเวลาในการศึกษา โดยภูมิอากาศเป็นการบอกลักษณะของลมฟ้าอากาศในลักษณะค่าเฉลี่ยของลมฟ้าอากาศ (Average weather) ที่เกิดขึ้นอย่างสม่ำเสมอในพื้นที่หรือภูมิภาคหนึ่งเป็นระยะเวลานาน โดยหน่วยระยะเวลาของการศึกษาภูมิอากาศอาจใช้ระยะเวลาการเก็บข้อมูลลมฟ้าอากาศสะสมในระยะนานกว่า กล่าวคือลมฟ้าอากาศเกิดขึ้นนาที่ต่อนาที่หรือช่วงระยะเวลาสั้น ๆ เช่น ฝนตกใน 1 ชั่วโมง หรือใน 1 รอบวัน เป็นต้น ส่วนภูมิอากาศเป็นผลรวมของลมฟ้าอากาศในรอบฤดูกาลหรือรอบปี โดยภูมิอากาศบอกลักษณะของลมฟ้าอากาศที่เกิดขึ้นอย่างค่อนข้างสม่ำเสมอในพื้นที่หนึ่ง ๆ ดังนั้นเพื่อเข้าใจรูปแบบของลมฟ้าอากาศหรือลักษณะภูมิอากาศที่เกิดขึ้น การศึกษาภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศจำเป็นต้องกระทำอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน ทั้งในระดับท้องถิ่น ภูมิภาคและโลก

## 2. ระบบภูมิอากาศ

ระบบบรรยากาศ ประกอบด้วย คุณสมบัติและกระบวนการต่าง ๆ ที่ตอบสนองและมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างบรรยากาศ มหาสมุทรและพื้นดิน มีความต่อเนื่องและเชื่อมโยงกับการไหลเวียนของมวลหรือพลังงานของโลก ซึ่งคุณสมบัติและกระบวนการต่าง ๆ สถาบันวิทยาศาสตร์แห่งชาติของสหรัฐอเมริกา เสนอการแบ่งประเภทคุณสมบัติของบรรยากาศโดยพิจารณา ดังนี้

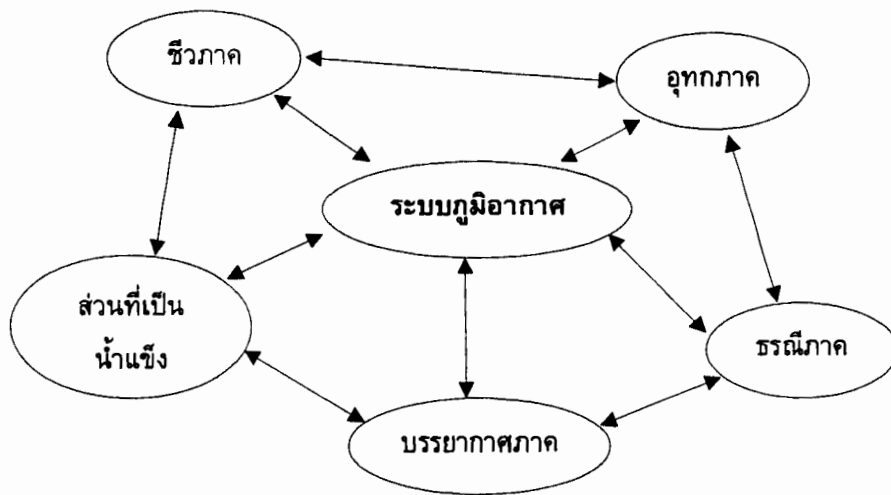
1) คุณสมบัติทางด้านความร้อน เป็นคุณสมบัติของสสารที่สามารถดูดซับและคายความร้อนที่มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศ พื้นน้ำ พื้นดินและน้ำแข็ง

2) คุณสมบัติด้านการเคลื่อนที่ เป็นคุณสมบัติที่เกิดจากอิทธิพลการเคลื่อนที่ของสสาร เช่น การไหลเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร การเคลื่อนที่ในแนวตั้งของอากาศ และการเคลื่อนที่ของมวลอากาศและมวลน้ำแข็ง การเคลื่อนที่มีผลทำให้เกิดการส่งผ่านและถ่ายเทพลังงานขึ้น

3) คุณสมบัติที่เกิดจากน้ำ เป็นคุณสมบัติที่มีอิทธิพลจากปริมาณของสารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบในปริมาตรและสัดส่วนต่างๆ ได้แก่ ความชื้นของอากาศ ทะเล ลม น้ำในหิมะ น้ำบนพื้นดินและใต้ดิน น้ำที่อยู่ในทะเล เป็นต้น

4) คุณสมบัติด้านปริมาณของมวลสาร เป็นคุณสมบัติด้านมวลอะตอมของสสาร ได้แก่ ความหนาแน่นของบรรยากาศและมหาสมุทร องค์ประกอบของอากาศ ความเค็มของน้ำทะเล เป็นต้น

จากคุณสมบัติต่าง ๆ ของสสารที่กล่าวข้างต้น นำไปสู่การกำหนดระบบภูมิอากาศ (Climate system) ซึ่งอาศัยองค์ประกอบทางกายภาพ (Physical components of the climate system) 5 องค์ประกอบ ดังนี้



รูปที่ 1.1 องค์ประกอบของระบบภูมิอากาศ

1. บรรยากาศภาค (Atmosphere) หมายถึง ก๊าซที่ห่อหุ้มโลกและติดอยู่กับโลกโดยอาศัยแรงดึงดูด เป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงมากที่สุดในระบบภูมิอากาศ บรรยากาศสามารถกักเก็บและถ่ายเทความร้อนได้ทั้งในแนวตั้งและในแนวนอน

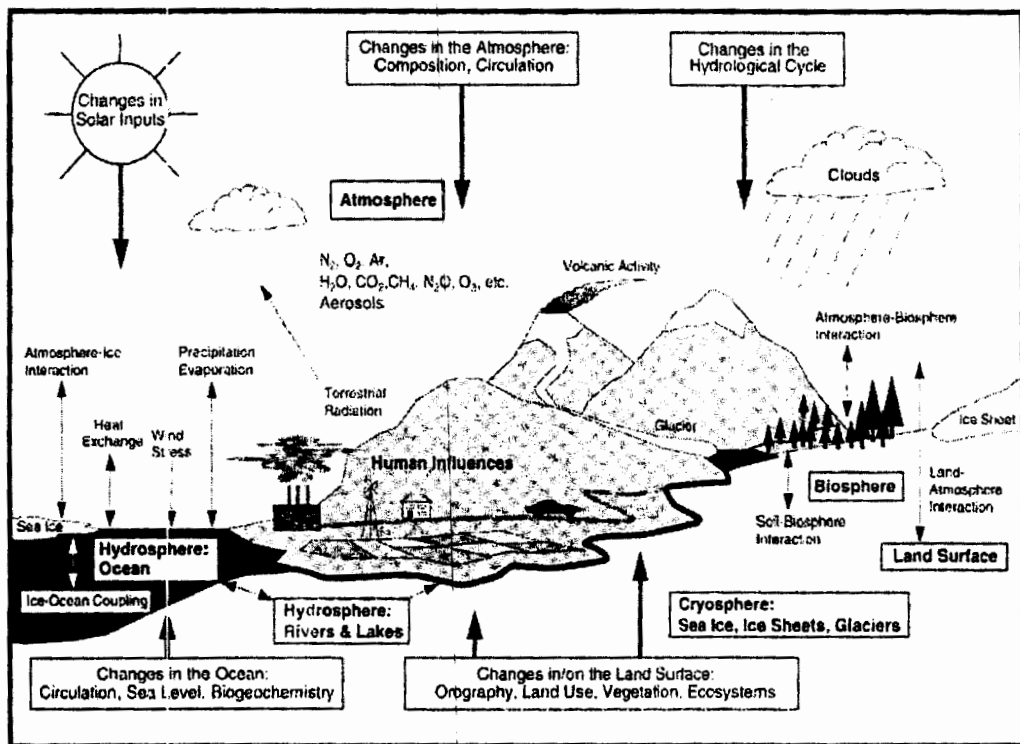
2. อุทกภาค (Hydrosphere) เป็นส่วนที่ประกอบด้วยน้ำ มีลักษณะเป็นของเหลว พบอยู่ทั่วไปตามพื้นผิวโลก มหาสมุทร แม่น้ำและน้ำใต้ดิน โดยมีมหาสมุทรเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญที่สุดและมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบภูมิอากาศ เพราะเป็นแหล่งรับรังสีของดวงอาทิตย์ไว้มากที่สุดและเก็บความร้อนไว้มหาศาล กระแสน้ำในมหาสมุทรช่วยถ่ายเทเคลื่อนย้ายความร้อนปริมาณมหาศาลของน้ำในมหาสมุทรรอบโลก

3. ธรณีภาค (Lithosphere) เป็นส่วนที่ประกอบด้วยแผ่นดินบนผิวโลก การเปลี่ยนแปลงสิ่งเหล่านี้ต้องใช้ระยะเวลายาวนาน เช่น การเปลี่ยนแปลงของแผ่นเปลือกโลกหรือมวลน้ำแข็งของโลก พืดน้ำแข็งภาคพื้นทวีป ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา

4. ชีวภาค (Biosphere) เป็นส่วนที่ประกอบด้วยสิ่งมีชีวิตทั้ง พืช สัตว์ เชื้อรา และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก เช่น จุลินทรีย์ เป็นต้น ทั้งที่อาศัยอยู่บนพื้นดิน ใต้ดิน และพื้นน้ำ ซึ่งมีความสัมพันธ์กันตามระบบนิเวศทั้งบนพื้นทวีปและในมหาสมุทร กลุ่มพืชพรรณในมหาสมุทรมีบทบาทสำคัญมากในวัฏจักรคาร์บอน (Carbon cycle) โดยมีส่วนควบคุมให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีความเข้มข้นหรือสัดส่วนที่เหมาะสมในชั้นบรรยากาศ

5. ส่วนที่เป็นน้ำแข็ง (Cryosphere) เป็นการเปลี่ยนแปลงในปริมาตรมวล ความกด และพลังงาน ในพื้นที่ที่มีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งอาจเปลี่ยนแปลงไปตามฤดูกาลตามเวลาต่อเนื่องเป็นร้อย ๆ ปีไปจนถึงล้าน ๆ ปี (เป็นส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงช้ามาก) เช่น พืดน้ำแข็งในเขตขั้วโลกเหนือและขั้วโลกใต้ ทะเลน้ำแข็ง ธารน้ำแข็งบนที่สูง และพื้นที่ที่มีน้ำแข็งปกคลุม เป็นต้น

ดังนั้น ภูมิอากาศขึ้นอยู่กับลักษณะทางธรรมชาติขององค์ประกอบทั้ง 5 ในระบบภูมิอากาศและปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน



รูปที่ 1.2 องค์ประกอบและปฏิสัมพันธ์ในระบบภูมิอากาศ

### 3. ปัจจัยที่ควบคุมภูมิอากาศ และลมฟ้าอากาศ

ปัจจัยควบคุมภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศที่สำคัญ ได้แก่ ความร้อนและความเย็นที่บรรยากาศได้จากดวงอาทิตย์และพลังงานภายในโลก ซึ่งแต่ละพื้นที่อาจได้รับความร้อนในแต่ละช่วงเวลาไม่เท่ากัน บางส่วนได้รับความร้อนมากกว่าสูญเสียความร้อน ในขณะที่บางส่วนสูญเสียความร้อนไปมากกว่าได้รับ สาเหตุดังกล่าวเนื่องจากพื้นที่ขนาดแตกต่างกัน และมีความแตกต่าง ณ ตำแหน่งที่ตั้งของพื้นที่ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ของพื้นที่ ซึ่งปัจจัยที่ควบคุมภูมิอากาศและลมฟ้าอากาศมีดังนี้

**3.1 ละติจูด (Latitude)** เนื่องจากโลกเป็นทรงกลมและมีแกนเอียงทำมุมกับดวงอาทิตย์  $23 \frac{1}{2}$  องศา แสงอาทิตย์จึงตกกระทบพื้นโลกตามละติจูดแตกต่างกัน ในขณะที่ละติจูดต่ำมักจะได้รับแสงตั้งฉากพลังงานแสงอาทิตย์จึงมากกว่าละติจูดที่สูงขึ้นไป บริเวณละติจูดต่ำจึงมีอากาศร้อนและถึงโซนร้อน ส่วนในเขตละติจูดสูงได้รับพลังงานแสงอาทิตย์น้อยลงจึงมีภูมิอากาศหนาวเย็น ในเวลาเที่ยงวันบริเวณศูนย์สูตรได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เป็นมุมชันจนถึงมุมฉาก ความเข้มของแสงอาทิตย์มาก อุณหภูมิจึงสูง แต่บริเวณขั้วโลกได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์เป็นมุมเฉียง ความเข้มของแสงจึงลดน้อยลงมีผลให้อุณหภูมิลดต่ำลง

**3.2 พื้นดินและพื้นน้ำ (Land and Water)** พื้นดินและพื้นน้ำที่มีคุณสมบัติในการรับและคายความร้อนแตกต่างกัน โดยพื้นดินรับและคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำ บริเวณที่ห่างจากชายฝั่งในฤดูร้อนจะร้อนมากกว่าบริเวณใกล้ชายฝั่งและในฤดูหนาวก็จะหนาวมากกว่า สาเหตุที่พื้นดินรับและคายความร้อนได้เร็วกว่าพื้นน้ำมีดังนี้

- 1) ความร้อนที่พื้นน้ำได้รับส่วนหนึ่งใช้ในการระเหย การระเหยทำให้อุณหภูมิของผิวน้ำเย็นลง ส่วนพื้นดินการสูญเสียความร้อนด้วยวิธีการระเหยมีน้อยกว่า
- 2) น้ำเป็นวัตถุโปร่งแสง ทำให้แสงอาทิตย์ส่องผ่านได้ลึก ความร้อนก็จะกระจายลงไปได้ลึกหลายฟุต ส่วนพื้นดินเป็นวัตถุทึบแสง แสงอาทิตย์ส่องกระทบเพียงบริเวณ

ผิวหน้าดิน ความร้อนจึงกระจายลงไปได้น้อย ทำให้พื้นน้ำเก็บความร้อนได้มากกว่าจึงรับและคายความร้อนออกมาได้ช้ากว่าพื้นดิน

3) น้ำมีการเคลื่อนไหวในรูปของคลื่นและกระแสน้ำ การเคลื่อนไหวของน้ำทำให้มีการถ่ายเทความร้อนเป็นผลทำให้ความร้อนกระจายไป มวลของน้ำที่อยู่ผิวบนสุดจะระเหยกลายเป็นไอน้ำและนำความร้อนออกไป แต่มวลสารพื้นดินถือได้ว่าไม่มีการเคลื่อนที่ ความร้อนที่ได้รับส่วนใหญ่จึงสะสมบริเวณผิวหน้าดิน ดังนั้นเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ที่เท่ากันพื้นดินจะร้อนเร็วกว่าพื้นน้ำ

4) น้ำมีความร้อนจำเพาะหรือความร้อนแฝง (Specific heat) สูงกว่าพื้นดิน โดยพื้นน้ำจะมีความร้อนจำเพาะสูงกว่าพื้นดินถึง 3 เท่าตัว ทำให้พื้นน้ำรับและคายความร้อนได้ช้ากว่าพื้นดิน

ความแตกต่างในการรับและคายความร้อนของพื้นดินและน้ำ ทำให้สภาพลมฟ้าอากาศแตกต่างกันไปด้วย เช่น มีผลต่ออุณหภูมิของอากาศที่อยู่เหนือพื้นดิน ทำให้อุณหภูมิแตกต่างกันในระหว่างวันและฤดูกาล เช่น ในฤดูหนาวพื้นดินจะเย็นกว่าพื้นน้ำในมหาสมุทรซึ่งมักจะก่อให้เกิดมวลอากาศเย็นบริเวณภาคพื้นทวีปและมวลอากาศร้อนภาคพื้นสมุทร ส่วนใหญ่ในฤดูร้อนจะมีลักษณะตรงข้ามกล่าวคือภาคพื้นทวีปมักจะมีมวลอากาศร้อนกว่าภาคพื้นสมุทร

**3.3 กระแสน้ำในมหาสมุทร (Ocean and Current)** การหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร เกิดจากอิทธิพลของลมและปริมาณของการรับความร้อนของกระแสน้ำทำให้เกิดกระแสน้ำอุ่นและกระแสน้ำเย็นไหลถ่ายเทไปมา โดยกระแสน้ำเย็นไหลจากเขตหนาวและอบอุณหมายังเขตร้อน และกระแสน้ำอุ่นไหลจากเขตร้อนไปยังเขตอากาศเย็น กระแสน้ำในมหาสมุทรที่เด่น ๆ ได้แก่ กระแสน้ำอุ่นกัลฟ์สตรีม กระแสน้ำเย็นลาบาดอร์ เป็นต้น กระแสน้ำในมหาสมุทร มีความสำคัญในการนำพาความร้อนและความเย็น โดยสามารถดูดซับความร้อนจากละติจูดหนึ่งไปยังเขตละติจูดอื่น ๆ ได้ ซึ่งมีผลต่ออุณหภูมิและปริมาณน้ำฝนของพื้นที่รอบชายฝั่ง บริเวณที่มีกระแสน้ำอุ่นไหลผ่าน ก็จะมีอุณหภูมิเฉลี่ยสูงกว่าและมีปริมาณฝนตกมากกว่าบริเวณที่มีกระแสน้ำเย็นไหลผ่าน เช่น ชายฝั่งประเทศนอร์เวย์ ในฤดูหนาวจะมีอากาศ



อบอุ่นกว่าบริเวณที่อยู่ในระดับละติจูดเดียวกัน เพราะได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำอุ่น แอตแลนติกเหนือ (North Atlantic Drift) เป็นต้น

**3.4 ความสูงของพื้นที่ (Altitude)** ในสภาพทั่วไปอุณหภูมิจะลดลงตามระดับความสูงที่เพิ่มขึ้นจากพื้นโลก ซึ่งเรียกว่า การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิตามปกติ หรือตามธรรมชาติ (Normal temperature lapse rate หรือ Environmental lapse rate) โดยเฉลี่ยแล้วอุณหภูมิของอากาศจะลดลงประมาณ  $6.4^{\circ}$  ซ. ต่อ 1 กิโลเมตร ( $3.5^{\circ}$  ฟ. ต่อ 1,000 ฟุต) ดังนั้นในขณะที่หุบเขามีอุณหภูมิสูง แต่บริเวณยอดเขาจะมีอุณหภูมิต่ำลง

**3.5 ลักษณะภูมิประเทศ (Topography)** ท้องถิ่นแต่ละแห่งมีลักษณะภูมิประเทศแตกต่างกันไป เช่น ภูเขา ที่ราบสูง ที่ราบ ทะเลและมหาสมุทร เป็นต้น ลักษณะภูมิประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทือกเขาสูงสามารถจะกีดขวางการเคลื่อนที่ของอากาศและลมประจำที่พัดผ่าน นอกจากนี้เมื่อมีลมร้อนขึ้นที่พัดผ่านทะเลมาปะทะด้านหน้าของภูเขา (windward) ลมร้อนขึ้นจะลอยตัวสูงขึ้น เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำก่อตัวเป็นเมฆ และทำให้เกิดฝนตก ส่วนด้านหลังเขา (leeward) ไม่ได้รับลม อากาศจะจมตัวลง อุณหภูมิสูงขึ้น ไม่เกิดการกลั่นตัว ฝนจึงไม่ตกเป็นเขตเงาฝน (rain shadow)

**3.6 มนุษย์ (Human)** ถือว่าเป็นตัวแปรหนึ่งที่สามารถควบคุมหรือมีอิทธิพลต่อการผันแปรของสภาพอากาศ เพราะกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การใช้รถยนต์ มวลภาวะจากโรงงาน อุตสาหกรรม สงคราม เป็นต้น ส่งผลกระทบต่อชั้นบรรยากาศทั้งสิ้น ในปัจจุบันผลของการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศเชื่อว่ากิจกรรมการพัฒนาด้านอุตสาหกรรมเพื่อการพัฒนาเศรษฐกิจของมนุษย์ช่วยเร่งให้บรรยากาศมีความร้อนสะสมเพิ่มมากขึ้น เพราะอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีที่ใช้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกมาเป็นจำนวนมาก นอกจากนั้นยังมีสารที่ทำลายและทำให้ส่วนประกอบของอากาศเสียสมดุล เช่น ก๊าซคลอโรฟลูออโรคาร์บอน เป็นต้น

กล่าวโดยสรุป ภูมิอากาศของโลกมีปัจจัยควบคุมหลายปัจจัย ที่ก่อให้เกิดลักษณะภูมิอากาศแตกต่างกันตามบริเวณต่าง ๆ ทั่วโลก โดยปัจจัยที่เกี่ยวข้องกระทำร่วมกันและมีความสัมพันธ์ที่ซับซ้อน อาจกล่าวได้ว่าตำแหน่งละติจูด พื้นดินและพื้นน้ำ ความสูงของพื้นที่ ลักษณะภูมิประเทศ และกิจกรรมของมนุษย์มีผลต่อลักษณะลมฟ้าอากาศและภูมิอากาศด้วย